

거대 마젤란 망원경의 논문 생산성 예측
ESTIMATED PRODUCTIVITY OF THE GIANT MAGELLAN TELESCOPE

안상현, 박병곤, 김영수, 천무영, 김호일, 성현일, 이동욱, 김상철
한국천문연구원 광학적외선천문연구부 대형망원경사업그룹

S.-H. AHN, B.-G. PARK, Y. -S. KIM, M.-Y. CHUN, H.-I. KIM, H.-I. SUNG, D.-W. LEE, AND S.-C. KIM

Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea

E-mail: sha@kasi.re.kr

(Received November 7, 2008; Accepted November 17, 2008)

ABSTRACT

Productivity of the Giant Magellan Telescope is estimated based on the annual number of papers produced by the currently operating large telescopes such as the telescope at the ESO La Silla observatory, CFHT, AAT, the Magellan telescopes, ESO VLT, Japanese Subaru, the Gemini telescopes, and the Keck telescopes. We find that the amount of papers produced by a large telescope is roughly proportional to the diameter of its primary mirror. With this fact, we estimate the SCI-paper productivity of the Giant Magellan Telescope by extrapolating the productivity of the above-mentioned large telescopes. Moreover, according to the paper written in 2001 by Benn and Sanchez, the amount of highly-cited papers produced by a large telescope is roughly proportional to the light-gathering power of the telescope or the square of the diameter. Hence, we survey the productivity of Nature-class papers of the large telescopes and extrapolate the relationship to estimate the productivity of the Nature-class papers by using the Giant Magellan telescope of a filled aperture 21.4 meters in diameter. We expect that Korean astronomers will be able to produce annually 60 SCI-class papers and 20 Nature-class papers with high scientific impact by using the telescope-time corresponding to the 10% share of the Giant Magellan Telescope.

Key words: telescope:the Giant Magellan telescope, productivity, publication, nature

1. 서론

대형 광학 망원경의 생산성을 가늠하는 일은 특히 투자 금액이 많은 연구개발 사업에서 반드시 점검해야 하는 요소이다. 한국이 참여하려는 거대 마젤란 망원경 사업 (Giant Magellan Telescope project; in abbreviation GMT project)¹⁾은 세계 최대급인 25미터 구경의 망원경을 개발하여 칠레의 Las Campanas 천문대에 설치하는 사업이다. 현재 제작 가능한 반사경의 최대 직경은 8.4m 정도인데, 이러한 반사경 7장을 하나의 망원경 구조에 설치하여 전체 구경을 25.4미터로 만들게 된다. 직경 1.06m의 부경 7장도 주경의 반사경들과 그레고리안 형 망원경을 이루도록 대응시키게 된다. 개발 기간은 2018년까지로 계획되어 있으며, 총 소요 경비는 2004년 기준으로 대략 6억 달러 정도로 예측되어 있다. 한국은 이 개발비의 10%를 분담하여 그에 상응하는 망원경의

지분을 갖는 사업 구조로 기획하고 있다(김영수 등 2008). 본 논문에서는 거대 마젤란 망원경으로는 논문이 얼마만큼 생산될 것이며, 그 가운데 품질이 우수한 연구 성과는 얼마나 나오게 될지 예측해 본다.

대형망원경들의 Nature급 논문의 생산성에 관한 Benn & Sanchez(2001a,b)의 연구는 눈여겨 볼만 하다. 그들은 여러 대형 천체망원경들의 구경과 Nature에 발표된 논문의 개수 사이의 관계를 알아보았다. 그들은 NOT, INT(이상 2미터급 망원경), UKIRT, CFHT, CTIO, AAT (이상 4미터급 망원경), Keck-1 (구경 10미터 망원경) 등을 분석 대상으로 삼았다. 그들은 망원경 구경이 클수록 Nature에 발표된 논문이 많아진다는 사실과, 물론 일부 오래된 작은 망원경들도 Nature급 논문을 생산하고 있기는 하지만 일반적으로 작은 망원경들은 시간이 지남에 따라 Nature 논문수가 대폭 감소했다는 사실을 알아냈다.

Benn & Sanchez(2001b)는 대형망원경의 과학적 효과

1) <http://www.gmto.org/>

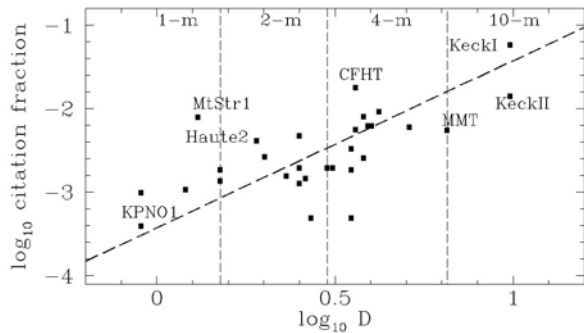


그림 1. 망원경의 구경과 인용수 비율. Benn & Sanchez(2001b)의 그림 2와 동일한 그림이다. 점선은 $cit.frac. = 0.6\% \times (D/4m)^2$ 를 나타낸다. 논문의 품질은 집광력에 비례함을 알 수 있다.

에 대해 연구하였다. 그들은 1991~1998년 사이에 가장 피인용도가 높은 논문 1000개를 조사하였다. 즉 매년 125개의 피인용도가 높은 논문을 고른 것이다. 그들은 각 논문들의 피인용수를 전체 인용수를 나눈 비율을 구한 다음, 주경의 크기가 다른 여러 지상 망원경들이 각각이 생산한 논문들의 피인용수 비율의 합을 조사하였다.

그림 1은 그들의 논문에 있는 그림을 재현한 것인데, 어떤 천체망원경의 구경과 그 망원경으로 창출된 인용수를 나타내 본 것이다. 우리는 여기서 망원경 구경과 창출된 인용수는 양의 상관관계를 갖는다는 사실을 알 수 있다. 또한 그 기울기는 대략 2이었으므로, 천체망원경이 창출하는 피인용수는 그 망원경의 주반사경 지름의 제곱에 비례한다고 결론지을 수 있다. 다시 말해서, 망원경 구경이 클수록 망원경 구경의 제곱에 비례하여 좋은 논문이 생산된다고 할 수 있다. 이 사실이 뜻하는 바는, 만일 우리가 Science나 Nature와 같은 학술지에 실리는 논문이 파급효과가 큰 우수한 논문이라고 가정한다면, Nature급 논문수는 천체망원경 구경의 제곱에 비례할 것이라는 사실이다. 참고로, 구경 7미터 이하의 천체망원경의 경우, 건설비 P 는 반사경 구경 D 와 $P \propto D^{2.6}$ 의 관계가 있음이 알려져 있다 (Schmidt-Kaler & Rucks 1997).

그림 1에서 대각선의 위쪽에 있는 망원경들은 구경에 비해 좋은 논문을 많이 생산하는 것이며, 아래쪽은 그 반대이다. Keck-II는 Keck-I 보다 나중에 건설되었으므로 망원경 운영이 아직 정상궤도에 오르지 못했기 때문에 대각선의 아래에 나타났다. 이것은 대형망원경이 완공 후 운영이 정상궤도에 오르기까지는 일정 시간이 필요하기 때문이다. 이 점은 바로 아래에서 다시 논의 하겠다.

한편, CFHT(3.6미터)의 경우는 같은 구경의 다른 망원경들보다 인용이 많이 되는 우수한 논문들을 많이 생산하고 있다. 이것은 CFHT가 동급 망원경들에 비해서 관측기기에 투자를 많이 하여 최신의 상태로 유지하고 있기 때문이다. 또한, 2미터급인 Haute2라고 표시된 망원경의 경우, 구경은 2미터급이지만, 도플러 방법에 의해 외계 행성을 찾는 탐사 관측을 하고 있으며, 외계 행성계를 최초로 찾아내는 등 좋은 연구를 했기 때문에 구경이 비슷한 다른 망원경들보다 우수한 논문을 생산해냈다.

어떤 천체망원경이 시험관측을 끝내고 일반 과학 관측을 시작하더라도 논문의 생산성이 갑자기 높아지지는 않으며 일정 시간 동안 성장곡선을 그리게 된다. 그 까닭은 그 새로운 망원경에 사용될 관측기기들이 아직 완벽하게 갖추어지지 않았거나, 사용자 그룹이 성숙하지 않았거나, 관측 연구를 촉발할 새로운 발견들이 쌓이는데 시간이 걸리기 때문이다. 따라서 어떤 새로운 망원경이 생산하는 논문수는 S자 곡선(성장곡선)을 그리며 점점 많아지다가 일정한 값으로 수렴하게 된다. 따라서 우리가 GMT 망원경의 논문 생산성을 가늠해볼 때, 건설된 지 얼마 되지 않은 대형망원경의 논문 생산성을 기준으로 판단하면 과소평가를 하게 된다.

2. 논문생산량

2.1. 자료

GMT 망원경의 논문 생산성과 Nature급 논문 생산성을 추정하기 위해, 여러 망원경들의 구경에 따른 생산 논문수와 품질을 조사하였다. 4미터급 망원경으로는 ESO La Silla 천문대에 있는 구경 3.5미터 NTT 망원경, 하와이에 있는 CFHT(구경 3.6m) 망원경, 오스트레일리아에 있는 AAT 구경 3.9미터 망원경²⁾을 조사하고, 6미터급 망원경으로는 Magellan 6.5미터 망원경³⁾을 조사하였다. 또한 8미터급 망원경으로는 ESO의 VLT 망원경(구경 8.2미터 망원경 4기), 일본의 Subaru 8.2미터 망원경⁴⁾, 그리고 미국 등의 Gemini 8.2미터 망원경⁵⁾을 조사하였다. 마지막으로 10미터급 망원경으로는 Keck-I 망원경⁶⁾

2) <http://www.aao.gov.au/astro/> 와 http://www.aao.gov.au/astro/AO_AAT_UKST_Pubs.pdf

3) <http://www.lco.cl/lco/telescopes-information/magellan/science-results-images/papers-featuring-magellan-telescope-data/refereed-publications>

4) <http://subarutelescope.org/Observing/Proposals/Publish/index.html>

5) <http://www.gemini.edu/science/publications/users.html>

6) http://www2.keck.hawaii.edu/library/keck_papers.html

표 1. 여러 망원경들의 구경, 논문생산량, Science/Nature 논문 생산량의 최근 값.

망원경	구경	망원경 대수	집광 면적	관측시작	1기당 논문 생산량	Sci./Nat. 논문수	비율		
	D(m)		A(m ²)	Y	N	n	n/N (%)	N/D	n/A
Keck-1	10	2	79	1993	140	5	4	14	0.06
VLT	8.2	4	53	1998-2001	110	9	8	13	0.2
Subaru	8.3	1	54	1999	90	2	2	11	0.04
Gemini-N	8.1	1	52	1999	150	1	1	19	0.02
Magellan	6.5	2	33	2000, 2002	80	1	1	12	0.03
AAT	3.9	1	12	1975	70	0	0	18	0
CFHT	3.6	1	10	1979	60	2	3	17	0.2
La Silla	3.6	1	10	1977	60	1	2	17	0.1

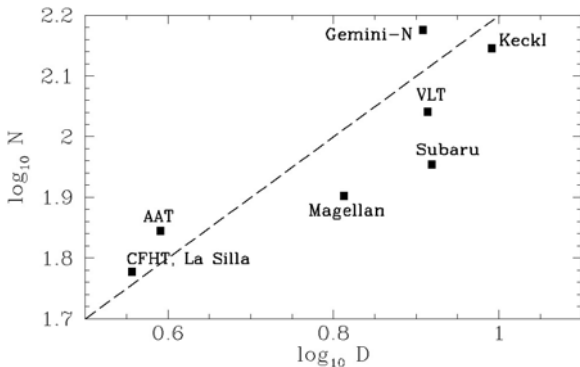


그림 2. 대형 광학망원경들의 구경에 따른 연간 논문 생산량. 파선은 $N \propto D$ 를 나타낸다. 대형망원경들의 논문생산량은 대체로 구경에 비례함을 알 수 있다.

을 조사하였다. 모든 자료는 부록에 제시하였다. 표 1은 논문 생산량 조사 결과를 요약한 것이다. 여기서 주의해야 할 사항은, 최신 망원경의 경우, 운영이 정상화되기 까지 일정 시간이 걸리며, 시간차를 두고 건설된 망원경의 경우 이 사실을 고려해 주어야 한다는 사실이다. 부록의 표 2에서 Keck 10미터 망원경, VLT 망원경의 논문수는 각각 복수의 망원경들의 논문을 합산한 것이며, 평균을 구할 때는 최종 2~3년의 논문만을 대상으로 망원경 1기당 1년당 논문수를 구한 것이다.

2.2. GMT의 논문생산량 예측

표 1에서 N/D , 즉 논문수를 망원경의 구경으로 나눈 값이 거의 일정함을 볼 수 있다. 그림 2에 대형망원경의 구경과 연간 논문생산량을 나타냈다. 망원경들은 구경에 비례하여 논문 생산량이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 따라서 우리는 $N \propto D$, 즉 어떤 망원경의 논문 생산량은 망원경의 구경에 비례한다고 가정하였다.

그 까닭은 구경이 큰 대형 망원경이 가동되더라도 천문학자들은 더 극한의 관측을 하려 하기 때문이다. 즉 종전의 망원경으로 보지 못하던 더 희미한 천체를 보려고 하거나, 분광 관측도 분광 해상도를 대폭 늘리는 등, 새로운 관측 한계까지 내려가는 관측을 시도하므로 개별 과제를 수행하는데 필요한 관측 시간은 별로 줄어들지 않는 것이다. 다만 구경이 커지면 이전의 관측은 좀더 대량으로 짧은 시간 안에 수행할 수 있기 때문에 더 많은 관측 자료에서 더 많은 논문을 생산하게 된다.

$N \propto D$ 라고 가정하였으므로 우리는 거대 마젤란 망원경의 논문 생산량을 간단하게 예측할 수 있다. 즉 기존 망원경들에 대해서 N/D 값의 평균값을 구한 다음, 거대 마젤란 망원경의 구경을 대입하면 논문수를 구할 수 있다. 우리가 수집한 자료로부터 Keck-1, VLT, Subaru, Gemini의 N/D 값의 평균은 14정도임을 알 수 있다. 또한 GMT의 유효 구경은 21.4미터이다. 따라서 GMT가 생산할 것으로 추산되는 논문의 편수는 약 300편 정도로 예측된다. GMT의 1년 예상 관측일수가 300일 정도이므로, 매일 한 편의 논문을 생산하게 되는 셈이다.

그런데, GMT 망원경의 관측 운영 방식은 공동과제(Legacy projects), 개별과제(PI projects), 그리고 긴급과제(Target-of-opportunity mode)로 나누려고 하고 있으며, 그 비율은 추후에 망원경 이사회에서 결정하게 될 것이다. 현재 대형망원경들의 운영 방식을 보면, 일반적으로 긴급과제는 전체의 5% 정도의 시간이 할애된다. 또한, 공동과제와 개별과제에 할당될 관측 시간 비율은 효율을 극대화하도록 추후 GMT 운영위원회에서 논의될 사안이지만, 개별 관측 과제의 요청이 상당히 많을 것으로 예상하고 각각 10%와 85%로 가정해 보았다.

공동과제의 운용 방식은 공통의 연구 주제를 가지고 일정한 면적에 있는 천체를 대규모로 서베이 관측을 하여 그 관측 자료를 전체 참여자들이 공동으로 소유하고

각자 연구 주제를 제안하여 대규모 연구를 수행하는 방식이다. 이와 유사한 관측 방식의 예로서 SDSS(Sloan Digital Sky Survey) 사업을 참고할 만하다. SDSS 사업은 2003년과 2004년에 출판된 논문들 중에서 피인용수가 높은 논문에 근거할 때 그 해의 가장 생산성이 높은 연구 사업으로 선정되었다(Madrid & Macchetto 2006). SDSS 사업을 주도하고 있는 프린스턴 대학의 Strauss & Knapp(2006)의 조사에 따르면⁷⁾, SDSS 프로젝트에서 생산된 논문은 Keck에서 생산된 논문보다 2배 정도 많은 피인용도를 얻었다고 한다. SDSS 사업에서 사용된 망원경의 구경은 2.5미터이므로 GMT는 이것보다 집광력이 약 80배가 크다. 그러나 망원경의 시야(Field-of-View)는 SDSS 사업에 사용된 망원경이 1°.5이고 GMT가 20'이므로 서베이 효율이 약 20배 차이가 난다. 이 두 가지를 고려하면, GMT가 SDSS 정도의 관측 서베이를 4배 빨리 완성할 수 있음을 알 수 있다. 2006년도에 SDSS 사업으로 출판된 논문은 약 60편이므로⁸⁾, GMT 전체 관측 시간의 10%를 공동과제에 할당하여, 60편 정도의 논문을 기대할 수 있다고 추정할 수 있고, 나머지 90%의 시간에서는 270편 정도를 생산하여, 모두 330편 정도의 논문을 생산할 수 있을 것이다.

이 가운데 한국 천문학자가 생산하는 논문의 양은 개별과제와 긴급과제에서 약 30편정도, 그리고 공동과제에서는 다각적인 국제 공동 연구가 진행되어 공동과제 전체에서 기대되는 연간 60편의 논문의 절반인 30편 정도가 생산될 것으로 추산되며, 모두 합하면 1년에 약 60편 정도의 논문을 생산할 수 있을 것으로 추산된다.

2.3. GMT의 우수 논문생산량 예측

표 1을 보면, Science/Nature 논문의 편수는, Keck-I과 VLT를 제외한 나머지 망원경들의 경우, 그 수효가 작기 때문에 의미 있는 통계를 적용하기 어렵다. 따라서 우리는 Keck-I과 VLT의 자료만을 통계에 활용하기로 한다.

Benn & Sanchez(2001a,b)의 연구에 따르면, 어떤 대형망원경이 생산하는 품질이 높은 논문 편수는 대략 집광력에 비례한다. 여기서 품질이 좋은 논문이란 인용이 많이 되는 논문을 뜻하는데, Science나 Nature에 게재되는 논문이 이러한 논문을 대표할 수 있다고 가정해도 상식에 크게 어긋나지 않을 것이다. 그렇다면, Science 및 Nature에 게재되는 논문 편수는 집광 면적에 비례한다고 가정할 수 있다.

이러한 가정 하에, 표 1에 제시한 Keck-I과 VLT의

Nature급 논문수를 집광면적으로 나눈 값, n/A 의 평균 값을 구하여, 그 값에 GMT의 집광 면적을 곱하면, GMT에서 기대되는 Nature급 논문의 편수를 어렵게 볼 수 있을 것이다. 우리가 수집한 자료로부터 이 값을 계산해 보면, $\langle n/A \rangle = 0.13$ 이다. GMT는 직경 8.4미터 반사경 7장으로 구성되어 있으므로 집광 면적이 약 380 제곱미터이다. (물론 중앙에 위치하는 반사경에는 구멍이 있으므로 개념 설계상으로는 집광면적이 이보다 작은 368 제곱미터이다.) 따라서, GMT에서 기대되는 Nature급의 과급 효과가 큰 논문은 1년에 약 50편을 기대할 수 있다. 한국의 지분 10%를 고려하면, 1년에 약 5편의 Nature/Science 논문을 기대할 수 있다.

또한 GMT의 나머지 파트너들에게 할당되는 90%의 시간에서도 한국인 천문학과 공동연구가 이루어지게 된다. 현재 운용중인 8-10미터급 대형망원경의 경우, 이와 같은 국제 공동연구에 할당되는 시간은 대체적으로 5-10% 정도로 알려져 있다. 따라서 파트너들 사이의 국제 공동연구에서도 약 2-5편의 Nature급 논문을 기대할 수 있다.

그밖에도 다른 파트너의 관측연구에 우리나라 연구자들이 개별적으로 참여하여 연구 성과를 얻을 수 있다. 이는 천문학계에서는 흔한 일로서, 같은 분야의 연구자들은 공동연구를 수행하게 되므로, 300여명에 달하는 많은 국내 연구자들이 파트너들과의 교류를 활발하게 진행할 것이다. 이러한 개별적인 공동연구를 통하여 10여 편 이상의 Nature급 논문에 국내 연구자들이 참여하게 될 것으로 예상된다.

이상을 종합하면, 한국 천문학계는, GMT 망원경의 10% 지분을 획득하여 20편 정도의 Nature급 논문을 생산할 수 있을 것으로 추정된다⁹⁾.

3. 결론

이상에서 한국이 GMT 사업에 10%의 지분을 투자하여 참여함으로써 한국 천문학자들은 1년에 평균 SCI급 논문 60편과 Nature급 논문 20편 정도를 생산하게 될 것으로 추산하였다.

거대 마젤란 망원경의 논문 생산성을 예측해본 우리의 연구에서는 망원경의 구경만이 생산성을 결정하는 인자로 가정하였다. 그러나, 논문 생산량과 품질에 영향을 끼치는 다른 요소들에는, 망원경에 장착된 관측기가 얼마나 창의적이고 효율적인 것인가, 사용자 그룹이 규모와 질에 있어서 얼마나 성숙되어 있는가, 또한 GMT 망원경이 존재함으로써 새로 발견될 천체 현상이

7) http://www.sdss.org/surveyops/SDSS-II/nsf_Reverse_Site_Visit/outreach.pdf

8) <http://www.sdss.org/publications/#scientific>

9) 본 논문에서 말하는 Nature급 논문은 천문학계에 과급효과가 크고 인용빈도수가 높은 우수한 연구 논문을 뜻한다.

얼마나 천문학의 주류를 형성하게 되는가 등이 있다. 가령, TMT나 E-ELT와 같은 망원경들이 조각거울(segmented mirror) 방식을 택한데 비해, GMT는 단일 거울(monolithic mirror) 7개를 조합하여 만들어지고 또한 적응광학(Adaptive Optics) 관측기기를 구현함으로써 GMT는 천체의 영상을 아주 섬세하게 얻을 수 있다. 이러한 능력 덕분에 외계 행성계의 영상을 최초로 촬영하고, 블랙홀의 중심부를 또렷하게 볼 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 전에는 불가능했던 관측이 이루어지면 새로운 연구 분야가 생겨나고 천문학자들의 관심이 폭발적으로 늘어나게 됨으로써 망원경의 생산성이 눈에 띄게 높아지는 것은 Keck 10미터 망원경, 허블 우주망원경 등의 예에서 입증된 사실이다.

결론적으로 한국이 거대 마젤란 망원경 사업에 참여하여 우수한 연구 성과를 창출해 내려면, 망원경 사용자인 천문학자 그룹을 형성하여 연구를 활성화하고, 관측기기를 개발하고 창의적인 첨단 관측 기술을 유지할 수 있는 관측기기 그룹을 잘 육성하고 유지 발전시켜야 한다. 그렇게 해야만 세계 수준과 어깨를 나란히 하고, 새로운 발견을 함께 하고, 또한 한국 천문학자들의 창의적인 아이디어를 실험해 볼 수 있는 능력을 갖게 될 것이다.

참고 문헌

- 김영수, 김호일, 김상철, 안상현, 이동욱, 천무영, 성현일, 2008, 한국천문연구원 “대형광학망원경 개발사업 계획서”
- Benn, C. & Sanchez, S., 2001a, Scientific Impact of Large Telescopes, ING Newsletter, 4, 15
- Benn, C. & Sanchez, S., 2001b, Scientific Impact of Large Telescopes, PASP, 113, 385
- Madrid, J. P. & Macchetto, F., 2006, High-Impact Astronomical Observatories, BAAS, 38, 1286
- Schmidt-Kaler, T. & Rucks, P., 1997, Telescope costs and cost reduction, SPIE, 2871, 635
- Strauss, M., & Knapp, J. 2006, Presentation slides:SDSS-II: Outreach and Broader Impact (http://www.sdss.org/surveys/SDSS-II/nsf_Reverse_Site_Visit/outreach.pdf)

4. 부록

각종 대형망원경들로 생산된 논문수는

<http://www.eso.org/gen-fac/libraries/publicationlists.html>를
참고하였다. 다른 대형망원경들의 경우, 참고 문헌은
2.1. 절의 각주를 보라.

표 2. 여러 대형망원경들의 연도별 논문 생산량 및 Science/Nature 논문 생산량.

연도	Keck 10x2기			VLT 8.2x4기			Subaru 8.2			Gemini-N 8.1		
	SCI	Nature	%	SCI	Nature	%	SCI	Nature	%	SCI	Nature	%
1994	9	0	0.0									
1995	28	0	0.0									
1996	44	2	4.5									
1997	55	1	1.8									
1998	94	6	6.4									
1999	120	6	5.0	39	0	0.0						
2000	159	9	5.7	53	1	1.9	17	0	0.0	57	2	3.5
2001	158	2	1.3	103	7	6.8	23	1	4.3	65	0	0.0
2002	169	1	0.6	158	4	2.5	50	0	0.0	73	0	0.0
2003	197	8	4.1	255	7	2.7	48	0	0.0	78	2	2.6
2004	205	2	1.0	325	4	1.2	67	2	3.0	94	1	1.1
2005	216	11	4.6	345	6	1.7	64	4	6.3	132	6	4.5
2006	257	7	2.7	397	11	2.8	81	2	2.5	150	2	1.3
2007	303	10	3.0	469	6	1.3	95	1	1.1	142	0	0.0
평균	140	5	4%	110	9	8%	90	2	2%	150	1	1%

연도	Magellan 6.5			AAT 3.9			CFHT 3.6			ESO NTT 3.6		
	SCI	Nature	%	SCI	Nature	%	SCI	Nature	%	SCI	Nature	%
1996										77	2	2.6
1997										101	0	0.0
1998										115	1	0.9
1999										66	1	1.5
2000				38	0	0.0				73	0	0.0
2001				47	1	2.1				78	1	1.3
2002	19	0	0.0	105	0	0.0				38	0	0.0
2003	38	1	2.6	86	1	1.2				64	0	0.0
2004	55	0	0.0	93	0	0.0	54	0	0.0	46	1	2.2
2005	50	1	2.0	44	0	0.0	53	2	3.8	58	1	1.7
2006	80	1	1.3				75	1	1.3	50	2	4.0
2007	81	1	1.2							62	0	0.0
평균	80	1	1%	70	0	0%	60	2	3%	60	1	2%